

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2020.04.004

# 油菜“庆油 3 号”超稀植高产栽培研究

朱程<sup>1</sup>, 黄桃翠<sup>1</sup>, 李尚<sup>2</sup>, 胡承伟<sup>1</sup>, 刘希忠<sup>1</sup>

1. 重庆市农业科学院 重庆 400039; 2. 重庆市农业机械化技术推广总站, 重庆 400020

**摘要:** 采用裂区试验设计, 研究了栽培密度和肥料运筹对杂交油菜新品种“庆油 3 号”产量和经济效益的影响。结果表明: 1) 超稀植油菜增产主要依靠全株有效果数和二次分枝数, 其次是每角果粒数。2) 栽培密度是决定油菜超稀植栽培产量的最大因素, 施肥量次之。3) “庆油 3 号”每 667 m<sup>2</sup> 栽 1 200 株、施 50 kg 复合肥的栽培方式纯利润最高, 达到每 667 m<sup>2</sup> 为 361.0 元, 比对照常规栽培方式每 667 m<sup>2</sup> 纯利润提高 290.3 元, 其产量达到 178.3 kg。

**关键词:** 庆油 3 号; 超稀植; 高产; 纯利润

**中图分类号:** S514

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2020)04-0038-05

随着我国农村劳动力的大量输出, 农业劳动力匮乏现象日益严重, 在油菜栽培研究中需朝“轻简、节本”方向发展。作为山城的重庆, 其山地和丘陵面积占总面积的 90% 以上, 农业生产条件差, 农业机械化发展比较困难<sup>[1]</sup>, 因此, 油菜的超稀植栽培可大力推广, 一方面, 能大幅减轻农民劳动力, 节约时间; 另一方面, 可提高油菜的生产效益。“庆油 3 号”是重庆市农业科学院选育的高产、高油、抗性强、综合性状优良的油菜新品种, 在 2014—2016 年度的国家冬油菜品种两年区试试验中, 平均每 667 m<sup>2</sup> 产量为 194.07 kg, 居试验品种的第一位, 比对照华油杂 12 增产 8.2%; 生育期平均 210.7 d, 株高 181.16 cm, 千粒质量 4.44 g, 抗倒性强。籽粒芥酸质量分数 0.1%, 硫苷质量分数 20.47 μmol/g, 含油量 49.96%, 其中含油量创造了我国冬油菜品种含油量新纪录。本试验对优良新品种“庆油 3 号”进行了稀植栽培因子的优化组合研究, 旨在为该品种在山区丘陵地带的大面积推广、获得最优的经济效益提供试验参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

优质杂交油菜品种“庆油 3 号”由重庆市农业科学院提供。

### 1.2 试验设计

选取施肥量和密度这两个主要栽培因子作为两因素, 试验采用 2 因子 3 水平, 9 个组合, 采取裂区设

收稿日期: 2018-07-13

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0100500); 重庆市农业科学院青年创新团队项目(NKY-2018CQ01); 重庆市农业科学院农业发展资金项目(NKY-2019AB018)。

作者简介: 朱程(1988—), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事油菜遗传育种的研究。

通信作者: 黄桃翠, 研究员。

计,随机排列,3次重复,共27个小区,每个小区面积25 m<sup>2</sup>,综合本课题组近两年稀植试验数据和当地地理环境等因素将栽培密度设置3个水平,分别为每667 m<sup>2</sup>栽800株,1 200株和1 600株;施复合肥设置3个水平,分别为每667 m<sup>2</sup>施30 kg,50 kg和70 kg.对照组(ck)按一般田间生产移栽密度每667 m<sup>2</sup>栽7 000株和施肥量20 kg进行试验.通过Excel数据分析系统进行优化数学模型分析.

### 1.3 田间试验概况

试验于2017—2018年度在重庆市垫江县沙坪镇毕桥村重庆市农业科学院试验基地进行,土壤肥力中等,粘壤土.以当地常规播期9月25日作为播种期,10月20日移栽.苗床每667 m<sup>2</sup>施10 kg复合肥作底肥,移栽时复合肥按不同施肥水平一次性施用,其他同油菜田间管理一致.

## 2 结果与分析

### 2.1 超稀植高肥处理与对照比较

由表1可知,处理组株高变异幅度在195.1~207.3 cm之间,略高于对照组.在角果性状中,处理组的主花絮角果数比对照略低,而一次分枝数、二次分枝数、单株有效角果数均有显著的提高,处理组单株的一次分枝13.0~16.6个,二次分枝19.7~36.3个,单株有效角果数1 398.2~2 300.2个,分别比对照单株提高130%,200%和470%以上.成熟期对照组没有倒伏发生,而处理组中存在4个组合发生了倒伏.成熟后考种,处理组角果长为7.0~7.8 cm,显著高于对照组角果长的6.3 cm;每角果粒数为21.8~24.5个,而对照组为18.5个;处理组千粒质量为4.2~5.0 g,对照组千粒质量为4.4 g,两者差异无统计学意义.在产量方面,除栽培密度每667 m<sup>2</sup>栽800株的3个处理外,其余处理每667 m<sup>2</sup>的产量均高于对照组,其中最高产量为209.0 kg,比对照组高59.1%,增产明显.这些数据表明,超稀植油菜增产主要依靠全株有效角果数和二次分枝数,其次是每角果粒数,而千粒质量的影响不大.

表1 处理组和对照组经济性状表现

| 处理 | 株高/<br>cm | 一次分枝<br>数/个 | 二次分枝<br>数/个 | 主花絮角<br>果数/个 | 单株有效<br>角果数/个 | 倒伏性 | 角果长/<br>cm | 每角果粒<br>数/个 | 千粒质量/<br>g | 产量/<br>kg |
|----|-----------|-------------|-------------|--------------|---------------|-----|------------|-------------|------------|-----------|
| 1A | 195.1     | 16.6        | 36.3        | 99.6         | 2 021.6       | 倒   | 7.0        | 22.7        | 4.2        | 122.4     |
| 1B | 202.2     | 15.3        | 29.7        | 103.0        | 2 189.5       | 倒   | 7.7        | 23.0        | 4.5        | 125.2     |
| 1C | 199.8     | 15.2        | 33.8        | 94.7         | 2 300.2       | 倒   | 7.3        | 22.6        | 4.8        | 126.5     |
| 2A | 203.5     | 14.7        | 19.7        | 102.3        | 1 525.1       | 不倒  | 7.8        | 23.8        | 4.7        | 134.0     |
| 2B | 200.2     | 15.2        | 28.0        | 100.5        | 1 865.2       | 不倒  | 7.5        | 23.7        | 4.8        | 178.3     |
| 2C | 207.3     | 15.2        | 36.3        | 104.2        | 1 982.2       | 倒   | 7.2        | 24.5        | 4.5        | 189.1     |
| 3A | 199.2     | 13.3        | 21.0        | 101.5        | 1 398.2       | 不倒  | 7.2        | 24.4        | 4.6        | 161.7     |
| 3B | 205.2     | 14.8        | 33.0        | 104.8        | 1 791.2       | 不倒  | 7.3        | 22.1        | 4.7        | 201.2     |
| 3C | 206.7     | 13.0        | 25.2        | 104.3        | 1 704.3       | 不倒  | 7.3        | 21.8        | 5.0        | 209.0     |
| CK | 191.2     | 10.3        | 11.4        | 107.5        | 297.1         | 不倒  | 6.3        | 18.5        | 4.4        | 131.4     |

注:1,2,3分别为每667 m<sup>2</sup>栽800株,1 200株,1 600株;A,B,C为每667 m<sup>2</sup>施复合肥30 kg,50 kg,70 kg.

### 2.2 产量性状相关性分析

本试验中,产量和栽培密度、施肥量均呈正相关,但主要由栽培密度决定,产量和栽培密度的相关系数为0.84,极显著相关;而与施肥量的相关系数为0.41.产量与株高、主花絮有效角果数、千粒质量等性状显著正相关,与一次分枝数、单株有效角果数呈负相关,而二次分枝数、角果长、每角果粒数等性状对产

量的影响较小(表 2)。倒伏性与产量的相关系数为 $-0.60$ ，极显著负相关，说明油菜不抗倒伏产量会大幅减少；对倒伏性影响最大的两个因素为单株有效角果数和栽培密度，相关系数分别为 $0.83$ 和 $-0.82$ ，均达到统计学意义。栽培密度和一次分枝数、二次分枝数、单株有效角果数极显著负相关，和株高、千粒质量呈显著正相关；施肥量和株高、二次分枝数、单株有效角果数、千粒质量显著正相关；栽培密度和施肥量对株高和千粒质量均显著正相关，且两者的贡献值相近。从栽培密度和施肥量与产量的方差分析可知(表 3)，栽培密度  $p$  值为极显著相关( $0.015$ )；施肥量  $p$  值为 $0.194$ ，表现为显著相关。综上所述，在所选因素中，栽培密度是决定油菜超稀植栽培产量的最大因素。

表 2 产量与经济性状的相关性

| 相关性指数   | 株高      | 一次分枝数   | 二次分枝数   | 主花絮角果数  | 单株有效角果数 | 倒伏性     | 角果长     | 每角果粒数   | 千粒质量   | 产量     | 栽培密度 | 施肥量 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|------|-----|
| 株高      |         |         |         |         |         |         |         |         |        |        |      |     |
| 一次分枝数   | $-0.47$ |         |         |         |         |         |         |         |        |        |      |     |
| 二次分枝数   | $-0.09$ | $0.69$  |         |         |         |         |         |         |        |        |      |     |
| 主花絮角果数  | $0.69$  | $-0.36$ | $-0.19$ |         |         |         |         |         |        |        |      |     |
| 单株有效角果数 | $-0.16$ | $0.66$  | $0.78$  | $-0.46$ |         |         |         |         |        |        |      |     |
| 倒伏性     | $-0.25$ | $0.67$  | $0.73$  | $-0.39$ | $0.83$  |         |         |         |        |        |      |     |
| 角果长     | $0.27$  | $-0.09$ | $-0.54$ | $0.16$  | $-0.09$ | $-0.25$ |         |         |        |        |      |     |
| 每角果粒数   | $-0.06$ | $0.02$  | $-0.25$ | $0.03$  | $-0.31$ | $0.02$  | $0.12$  |         |        |        |      |     |
| 千粒质量    | $0.51$  | $-0.69$ | $-0.44$ | $0.04$  | $-0.23$ | $-0.60$ | $0.33$  | $-0.30$ |        |        |      |     |
| 产量      | $0.66$  | $-0.58$ | $-0.08$ | $0.62$  | $-0.40$ | $-0.60$ | $-0.20$ | $-0.18$ | $0.56$ |        |      |     |
| 栽培密度    | $0.51$  | $-0.80$ | $-0.48$ | $0.61$  | $-0.79$ | $-0.82$ | $-0.11$ | $0.00$  | $0.50$ | $0.84$ |      |     |
| 施肥量     | $0.58$  | $-0.16$ | $0.42$  | $-0.01$ | $0.51$  | $0.27$  | $-0.11$ | $-0.30$ | $0.50$ | $0.41$ | $0$  |     |

表 3 产量相关双因素方差分析

| 差异源  | SS            | df | MS            | F             | $p$           | F-critr       |
|------|---------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 施肥量  | 562 928.672 5 | 3  | 187 642.890 8 | 1.937 564 021 | 0.194 116 518 | 3.862 548 358 |
| 栽培密度 | 1 770 740.793 | 3  | 590 246.930 8 | 6.094 775 089 | 0.015 021 443 | 3.862 548 358 |
| 误差   | 871 602.692 5 | 9  | 96 844.743 61 |               |               |               |
| 总计   | 3 205 272.158 | 15 |               |               |               |               |

### 2.3 超稀植高肥油菜经济效益

超稀植高肥处理组纯利润每  $667 \text{ m}^2$  为  $167.1 \sim 361.0$  元，比对照组提高  $136.4\% \sim 410.6\%$ (表 4)。其中，栽培密度为每  $667 \text{ m}^2$  栽  $1\ 200$  株，施复合肥为  $50 \text{ kg}$  的组合纯利润最高，达到  $361.0$  元。栽培密度为每  $667 \text{ m}^2$  栽  $1\ 600$  株的组合平均纯利润最高，达  $305$  元。而栽培密度为每  $667 \text{ m}^2$  栽  $800$  株的 3 个处理纯利润相对较低，平均为  $218.6$  元。同一施肥量的 3 个施肥处理按施肥量递增的平均纯利润每  $667 \text{ m}^2$  分别为  $234$  元、 $312.3$  元和  $268.2$  元，其中  $50 \text{ kg}$  施肥量的组合能得到最大的收益。由以上数据可知：超稀植高肥栽培相较于传统栽培具有经济效益优势，考虑成本因素，即使在产量不及传统栽培的情况下，其纯利润仍然显著高于后者。

表4 各处理经济效益比较

| 处理 | 产量/<br>kg | 收入/<br>元 | 材料成本/元 |       |      | 人工成本/元 |       |       | 总成本/<br>元 | 纯利润/<br>元 |       |
|----|-----------|----------|--------|-------|------|--------|-------|-------|-----------|-----------|-------|
|    |           |          | 油菜种子   | 肥料    | 农药   | 插秧、施肥  | 割种    | 脱粒    |           |           | 打药、除草 |
| 1A | 122.4     | 685.7    | 3.0    | 87.0  | 20.0 | 80.0   | 60.0  | 98.0  | 70.0      | 418.0     | 267.8 |
| 1B | 125.2     | 701.1    | 3.0    | 147.0 | 20.0 | 80.0   | 60.0  | 100.2 | 70.0      | 480.2     | 220.9 |
| 1C | 126.5     | 708.3    | 3.0    | 207.0 | 20.0 | 80.0   | 60.0  | 101.2 | 70.0      | 541.2     | 167.1 |
| 2A | 134.0     | 750.1    | 4.5    | 85.5  | 25.0 | 120.0  | 90.0  | 107.2 | 110.0     | 542.2     | 208.0 |
| 2B | 178.3     | 998.6    | 4.5    | 145.5 | 25.0 | 120.0  | 90.0  | 142.7 | 110.0     | 637.7     | 361.0 |
| 2C | 179.1     | 1 002.9  | 4.5    | 205.5 | 25.0 | 120.0  | 90.0  | 143.3 | 110.0     | 698.3     | 304.6 |
| 3A | 161.7     | 905.5    | 6.0    | 84.0  | 30.0 | 160.0  | 120.0 | 129.4 | 150.0     | 679.4     | 226.2 |
| 3B | 201.2     | 1 126.9  | 6.0    | 144.0 | 30.0 | 160.0  | 120.0 | 161.0 | 150.0     | 771.0     | 355.9 |
| 3C | 209.0     | 1 170.2  | 6.0    | 204.0 | 30.0 | 160.0  | 120.0 | 167.2 | 150.0     | 837.2     | 333.0 |
| CK | 131.4     | 735.8    | 20.0   | 40.0  | 30.0 | 200.0  | 100.0 | 105.1 | 170.0     | 665.1     | 70.7  |

注: 1,2,3 分别为每 667 m<sup>2</sup> 栽 800 株,1 200 株,1 600 株; A,B,C 为每 667 m<sup>2</sup> 施复合肥 30 kg,50 kg,70 kg; 油菜籽按市场收购价 5.6 元/kg, 人工成本按 80 元/d 计算。

### 3 讨论

为了提高油菜的产量,多数学者认为在栽培过程中,应适当增加密度,依靠主花絮角果数、一次分枝数和二次分支数来形成一个高产的群体结构<sup>[2-4]</sup>,但也有学者提出了超稀植和稀植栽培理论,通过适当降低栽培密度,获得较多的一次和二次分枝数来组成高产的群体结构<sup>[5]</sup>。本研究证明了该观点,超稀植高肥的栽培方式和普通栽培方式相比,除了在产量上有较大提升之外,一次分枝数、二次分枝数和单株有效角果数比普通栽培的单株分别增加了 130%,200%和 470%,但株高、千粒质量等指标并无显著提升。

本研究结果表明,在油菜稀植高肥的栽培模式中,栽培密度是影响产量的最大因素,两者的相关系数为 0.84,这与张小容<sup>[6]</sup>在单因素对产量的效应分析中,密度对产量的影响最大的结论相似。李孟良等<sup>[7]</sup>在油菜稀植栽培效应研究中发现,单株有效角果数在稀植栽培中是影响产量的主要因素,曹玉洪等<sup>[8]</sup>也认为超稀植油菜增产主要是依靠单株角果数的增加,其次是每角果粒数的增加。这与本研究中产量与单株有效角果数呈负显著相关的结果不符,主要原因是本研究将设置的 3 个栽培梯度统一进行相关性分析,如果每个栽培梯度分开处理,则单株角果数与产量呈显著正相关。

前人研究油菜稀植栽培,设置的栽培密度主要集中在每 667 m<sup>2</sup> 栽 2 500~5 000 株<sup>[9-11]</sup>。重庆地形以山区、丘陵为主,经过我们以往的研究,发现油菜超稀栽培种植密度大于 2 000 株时,栽培难度和时间显著增加,大幅提高劳动力成本。因此,我们选择每 667 m<sup>2</sup> 栽 800,1 200 和 1 600 株的栽培密度进行试验。

“庆油 3 号”在栽培密度试验中,每 667 m<sup>2</sup> 种植 1 200 株,施 50 kg 复合肥的栽培方式后期的纯利润最高,达到 361.0 元。栽培密度为每 667 m<sup>2</sup> 栽 800 株的种植方式虽能更大程度地减轻劳动力、节约成本,但成熟之后,各植株间空隙大,相互支撑力小,共同抵抗来自外部作用力的能力差,更容易倒伏,造成较大的产量损失,进而影响纯利润,造成纯利润下降。而每 667 m<sup>2</sup> 栽 1 600 株的栽培密度,产量虽有提升,但成本更高,经济效益的增收不明显。

### 参考文献:

- [1] 孙志强, 谌小梅, 王圆明, 等. 重庆稻油轮作机械化生产模式 [J]. 中国农机化学报, 2015, 36(3): 292-295.
- [2] 刘后利. 实用油菜栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.
- [3] 傅寿仲, 朱耕如. 江苏油作科学 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995.

- [4] 董世青,李家纳,梁颖,等. 云南超高产区甘蓝型油菜产量及相关特性研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(3): 17-22.
- [5] 喻义珠,蔡瑞生,肖伯群,等. 甘蓝型杂交油菜亩产 250 kg 适宜密度及其分枝利用研究 [J]. 江苏农业科学, 1997, 5(9): 21-23.
- [6] 张小容. 油菜超稀高产栽培技术模式研究 [D]. 成都: 四川农业大学, 2008.
- [7] 李孟良,汪华春,方英俊. 不同油菜品种稀植栽培效应研究 [J]. 安徽技术师范学院学报, 2002, 16(1): 36-38.
- [8] 曹玉洪,陶有祥,夏桂英,等. 油菜超稀植栽培增产效果及有关问题的探讨 [J]. 安徽农业科学, 1998, 26(4): 312-313.
- [9] 杨良金,蔡典明. 杂交油菜超稀植高产栽培技术 [J]. 安徽农业, 1998(8): 5.
- [10] 王海鑫. “油研 1707”稀植高产栽培技术模式研究 [D]. 成都: 四川农业大学, 2009.
- [11] 李翠红. 油菜超稀植高产栽培技术 [J]. 安徽农学通报, 2002, 8(5): 32-33.

## Study of Super-sparse Planting of Rapeseed cv. “Qingyou 3” for Its High-Yield Cultivation

ZHU Cheng<sup>1</sup>, HUANG Tao-cui<sup>1</sup>, LI Shang<sup>2</sup>,  
HU Cheng-wei<sup>1</sup>, LIU Xi-Zhong<sup>1</sup>

1. Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400039, China;

2. Chongqing Agricultural Mechanization Technology Extension Station, Chongqing 400020, China

**Abstract:** A split-plot experiment was conducted to study the effects of planting density and fertilizer management on the yield and economic benefits of the new rapeseed cultivar “Qingyou 3”. The results indicated that yield improvement in super-sparse planting of “Qingyou 3” was mainly owing to greater number of effective siliques and secondary branches, and seed number per silique as well; that planting density had the greatest effect on rapeseed yield in super-sparse cultivation, followed closely by fertilization rate; and that cultivation of “Qingyou 3” with 1 200 plants/mu (15 mu=1 ha) + compound fertilizer 50 kg/mu gave a net profit of 361.0 yuan RMB/mu, or 290.3 yuan RMB/mu higher than that in conventional cultivation, its yield being 178.3 kg/mu.

**Key words:** Qingyou 3; super-sparse planting; high-yield; net profit

责任编辑 周仁惠